

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-085789

(43)Date of publication of application : 31.03.2005

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G03F 7/20

(21)Application number : 2003-312635

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 04.09.2003

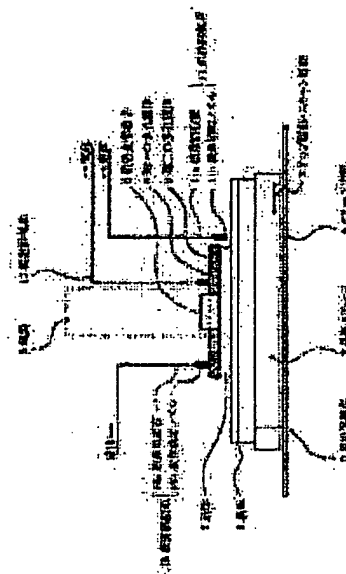
(72)Inventor : TOKITA TOSHINOBU

## (54) EXPOSURE APPARATUS

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an exposure apparatus, in which bubbles are not mixed in liquid which fills the space between a substrate to be transferred and the optical element of a projection optical system closest to the substrate to be transferred, pressure variation in the liquid is suppressed or the variation of refractive index of the liquid is suppressed, and high resolution can be realized.

**SOLUTION:** The exposure apparatus having a projection optical system for projecting a reticle pattern to a substrate, in which the space between the substrate and an optical element of the projection optical system closest to the substrate is filled with liquid at least partially comprises a liquid supply system, a liquid-collecting system, a bubble-removing body which passes gas but does not pass liquid, and an exhaust system for removing bubble in the liquid via the bubble-removing body.



**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

In an exposure device which has a projection optical system which projects a pattern of a reticle on a substrate, and filled with a liquid at least a part between an optical element of this projection optical system which is in the substrate side most, and said substrate,

A supply system which supplies said liquid,

A recovery system which collects said liquids,

A cellular removal object with character in which a gas does not let a through liquid pass,

An exposure device having an exhaust system which removes air bubbles in said liquid via this cellular removal object.

[Claim 2]

The exposure device according to claim 1 having a crevice between said cellular removal object and said exhaust system.

[Claim 3]

The exposure device according to claim 1, wherein said supply system supplies said liquid via a liquid supply body with character which absorbs a liquid.

[Claim 4]

The exposure device according to claim 1, wherein said recovery system collects said liquids via a liquid recovering body with character which absorbs a liquid.

[Claim 5]

The exposure device according to claim 4, wherein said recovery system has said liquid recovering body, contact, or the recovery nozzle that abbreviated-contacted.

[Claim 6]

The exposure device according to claim 4, wherein said recovery system has a means of exchange which exchanges said liquid recovering body.

[Claim 7]

The exposure device according to claim 1 characterized by a thing of a periphery of said optical element for which it has said cellular removal object in part at least.

[Claim 8]

The exposure device of a periphery of said optical element according to claim 3 which has said cellular removal object and is characterized by a thing of a periphery of said cellular removal object for which it has said liquid supply body in part at least in part at least.

[Claim 9]

The exposure device of a periphery of said optical element according to claim 3 which has said liquid supply body and is characterized by said substrate of this liquid supply body, and a thing of an opposite hand for which it has said cellular removal object in part at least in part at least.

[Claim 10]

The exposure device of a periphery of said optical element according to claim 4 which has said cellular removal object and is characterized by a thing of a periphery of said cellular removal object for which it has said liquid recovering body in part at least in part at least.

[Claim 11]

Said recovery system collects said liquids via a liquid recovering body with character which absorbs a liquid,

It has said liquid supply body on at least a part of periphery of said optical element,

The exposure device according to claim 1 characterized by a thing of a periphery of said liquid supply body for which it has this liquid recovering body in part at least.

[Claim 12]

Said recovery system collects said liquids via a liquid recovering body with character which absorbs a liquid,

The exposure device according to claim 8 characterized by a thing of a periphery of said liquid supply body for which it has this liquid recovering body in part at least.

[Claim 13]

The exposure device according to claim 1, wherein said cellular removal object is a porous body.

[Claim 14]

The exposure device according to claim 1, wherein said liquid supply body is a porous body.

[Claim 15]

The exposure device according to claim 1, wherein said liquid recovering body is a porous body.

[Claim 16]

The exposure device according to claim 3 having the 1st control section controlled to maintain the state where the amount of liquid absorption of said liquid supply body was always saturated in the liquid amount of supply of said supply system.

[Claim 17]

The exposure device according to claim 16 having the 2nd control section that controls the liquid amount of supply of said supply system in the liquid amount of supply which said 1st control section is controlling, and takes doses.

[Claim 18]

The exposure device according to claim 4 having a control section controlled to maintain the state where the amount of liquid absorption of said liquid recovering body always is not saturated in a liquid recovery amount of said recovery system.

[Claim 19]

In an exposure device which has a projection optical system which projects a pattern of a reticle on a substrate, and filled with a liquid at least a part between an optical element of this projection optical system which is in the substrate side most, and said substrate,

A supply system which supplies said liquid,

A recovery system which collects said liquids,

An exposure device having an exhaust system which removes air bubbles in said liquid via a porous body.

[Claim 20]

In an exposure device which has a projection optical system which projects a pattern of a reticle on a substrate, and filled with a liquid at least a part between an optical element of this projection optical system which is in the substrate side most, and said substrate,

A supply system which supplies said liquid via a porous body,

An exposure device having a recovery system which collects said liquids.

[Claim 21]

In an exposure device which has a projection optical system which projects a pattern of a reticle on a substrate, and filled with a liquid at least a part between an optical element of this projection optical system which is in the substrate side most, and said substrate,

A supply system which supplies said liquid,

A recovery system which collects said liquids,

A cellular removal object with character in which a gas does not let a through liquid pass,

An exposure device having an exhaust system which removes air bubbles in said liquid via this cellular removal object.

[Claim 22]

A device manufacturing method comprising:

A process of exposing a substrate using an exposure device given in any 1 clause among Claims

1-21.

A process of developing an exposed this substrate.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

This invention, for example Integrated Circuit Sub-Division, image sensors (CCD etc.), a liquid crystal display element, Or it is related with the dipping type exposure device exposed via the liquid especially located at least in the part in the optical path between the element by the side of the substrate of a projection optical system, and a substrate about the projection aligner used by the lithography step for manufacturing devices, such as a thin film magnetic head.

[Background of the Invention]

[0002]

Since the dipping type projection aligner can raise NA (numerical aperture) by making it filled up with a liquid between a transferred board and the optical element nearest to a transferred board, high resolution is expected. The way a dipping type projection aligner dips the whole transferred board into a liquid, the method of making it filled up with a liquid only between the optical elements nearest to a transferred board and a transferred board, etc. are proposed (for example, refer to the patent documents 1 and patent documents 2.).

[0003]

Especially in International Symposium on 157nmLithpgraphy, 3-6 September2002, and Belgium with the latter method, By Extreme-NA Water Immersion Lithography for35-65nm Technology on which a lecture was given by Bruce Smith and others (Rochester Institute of Technology). The liquid feeding method and recovery method of the dipping type projection aligner are shown. The block diagram of the Prior art is shown in drawing 7. In drawing 7, the liquid in which 101 becomes a substrate, 106 becomes the last lens, and 107 becomes dipping material, the liquid feed nozzle to which 110 supplies a liquid, the liquid recovery nozzle from which 111 collects liquids, and 115 are air curtains which work in order not to take out a liquid outside.

[0004]

The liquid 107 is supplied towards the opposed face of the substrate 101 and the last lens 106 from the liquid feed nozzle 110 carried near the edge part of the last lens 106. And liquids are collected from the liquid recovery nozzle 111 carried in the opposite hand on both sides of the last lens 106. Compressed air is sprayed on those outsides, an air curtain is formed and the liquid between the substrate 101 and the last lens 106 is made to hold by \*\*\*\*.\*.

[0005]

Although the air curtain is not shown, also in the patent documents 2, the liquid feed nozzle and the liquid recovery nozzle are shown by the same composition as drawing 7. The patent documents 2 show performing adjustment of the amount of supply and the recovery amount of the liquid 107 further according to the movement speed of the substrate 101.

[Patent documents 1] JP,H6-124873,A

[Patent documents 2] International publication pamphlet 99/49504

[Description of the Invention]

[Problem to be solved by the invention]

[0006]

However, following SUBJECT occurred in the above-mentioned conventional example.

[0007]

With composition shown in drawing 7, adjustment of an air curtain by compressed air is difficult, and it is easy to mix air in an inside of a liquid. Although a meniscus by which it was generated in a boundary part of a liquid and an external atmosphere becomes destroyed [ tend ] by liquid flow accompanying step drives of a substrate stage, or a scanning drive, Since a meniscus by which it was generated in a boundary part of a liquid is near the last lens 106, it becomes easier to mix air bubbles in a liquid between the substrate 101 and the last optical lens 106. If air bubbles mix in an inside of a liquid, it will become the hindrance of exposing light, exposure transfer accuracy will fall, and a fall of a yield in semiconductor device manufacture will be caused. Since maintenance of a pressure of a liquid by an air curtain is difficult, a pressure of a liquid follows on changing and density of a liquid is changed, a refractive index is changed easily and NA (numerical aperture) of an optical system changes. Therefore, a fall of a yield in a fall of exposure transfer accuracy, i.e., semiconductor device manufacture, is caused. It may be mixed with a flow of air of an air curtain, a liquid may jump out outside, and parts in an exposure device, etc. may be damaged with the liquid. If it does so, operation of an exposure device must be stopped by repair, adjustment, etc. of an exposure device, and productivity in semiconductor device manufacture will fall.

[0008]

Although it supposes that adjustment of the amount of supply and the recovery amount of a liquid is performed according to the movement speed of a substrate with the composition of the patent documents 2, since movement of a substrate has acceleration and a slowdown, it is difficult to perform adjustment of the amount of supply and the recovery amount of a liquid with high precision according to the speed. In this case, since maintenance of the pressure of a liquid is difficult, the pressure of a liquid follows on changing and the density of a liquid is changed if adjustment of the amount of supply and the recovery amount of a liquid cannot be performed with high precision, a refractive index is changed easily and NA (numerical aperture) of an optical system changes. Therefore, the fall of the yield in the fall of exposure transfer accuracy, i.e., semiconductor device manufacture, is caused.

[0009]

Since the position which performs supply and recovery of a liquid is restricted as SUBJECT common to the composition shown by drawing 7, and the composition of the patent documents 2, the flexibility of the driving direction of step drives or a scanning drive falls. Since a throughput will fall if the flexibility of the driving direction of step drives or a scanning drive falls, the productivity in semiconductor device manufacture falls.

[0010]

This invention does not make air bubbles mix in the liquid with which it fills up between a transferred board and the optical element nearest to a transferred board of a projection optical system in view of this point, And the pressure fluctuation of the liquid is small, i.e., change of the refractive index of a liquid is small and sets it as the illustration purpose to provide the exposure device which can realize high resolution.

[Means for solving problem]

[0011]

To achieve the above objects, the exposure device as a one side face of this invention has a projection optical system which projects the pattern of a reticle on a substrate, and equips with the following the exposure device which filled with the liquid at least the part between the optical element of this projection optical system which is in the substrate side most, and said substrate. The supply system which supplies said liquid.

The recovery system which collects said liquids.

The exhaust system which removes the air bubbles in said liquid via the cellular removal object in which a gas has the character which does not let a through liquid pass, and this cellular removal object.

[0012]

The exposure device as another one side face of this invention has a projection optical system which projects the pattern of a reticle on a substrate, and equips with the following the exposure device which filled with the liquid at least the part between the optical element of this projection optical system which is in the substrate side most, and said substrate.

The supply system which supplies said liquid.

The recovery system which collects said liquids.

The exhaust system which removes the air bubbles in said liquid via a porous body.

[0013]

The exposure device as another one side face of this invention, In the exposure device which has a projection optical system which projects the pattern of a reticle on a substrate, and filled with the liquid at least the part between the optical element of this projection optical system which is in the substrate side most, and said substrate, It has a supply system which supplies said liquid via a porous body, and a recovery system which collects said liquids.

[0014]

The exposure device as another one side face of this invention has a projection optical system which projects the pattern of a reticle on a substrate, and equips with the following the exposure device which filled with the liquid at least the part between the optical element of this projection optical system which is in the substrate side most, and said substrate.

The supply system which supplies said liquid.

The recovery system which collects said liquids.

The exhaust system which removes the air bubbles in said liquid via the cellular removal object in which a gas has the character which does not let a through liquid pass, and this cellular removal object.

[0015]

This invention is characterized by the device manufacturing method as another one side face comprising the following.

The process of exposing a substrate using the above-mentioned exposure device.

The process of developing the exposed this substrate.

[0016]

The further purpose of this invention or the other features will be clarified by the desirable embodiment of the following explained with reference to an accompanying drawing.

[Effect of the Invention]

[0017]

A powerful dipping type projection aligner can be provided.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0018]

The details of the desirable embodiment of this invention are explained below based on attached Drawings.

[Work example 1]

[0019]

Drawing 1 is a mimetic diagram showing this example.

[0020]

The substrate 1 as a transferred object which transfers a circuit pattern etc. is held by the substrate attaching part 2. The holding method has vacuum holding, electrostatic maintenance, etc. The substrate attaching part 2 is carried in the substrate stage 3, and the substrate stage 3 learns it from the stage surface plate 4, and And step drives, Or a scanning drive is carried out, and at the time of step drives or a scanning drive, based on the measuring result of an unillustrated AF sensor, it controls by the base stage 3 so that the substrate 1 becomes predetermined height.

[0021]

the projection optical system which carries an optical system on the other hand in the

illumination system which illuminates the reticle on which the transfer pattern was drawn with an unillustrated light source and the light from the light source, and the body tube 5, and a projection optical system — it consists of the last optical element 6 from the substrate 1 most. And it fills up with the liquid 7 which is the feature of a dipping type projection aligner between the substrate 1 and the last optical element 6. The liquid 7 has water, a fluorine compound, etc. and can be selected according to the kind of resist and the wavelength of exposing light which were applied on the substrate 1.

[0022]

In this example, the first porous body 8 and second porous body 9 are provided in the surroundings of the last optical element 6. The first porous body 8 consists of detailed continuation porous structure etc. which carry out the stretching process of the polytetrafluoroethylene (PTFE), and are made, for example, and although it lets a gas pass, the liquid 7 has the character which it does not let pass. The second porous body 9 has like sponge the character which absorbs the liquid 7 by the capillarity inside porosity. And the liquid 7 is supplied between the substrate 1 and the last optical element 6 via the second porous body 9 from the liquid supply system 10. The liquid supply system 10 consists of the liquid feed nozzle 10b at a liquid supply source, the liquid feed pipe 10a, and the tip of a liquid feed pipe. the liquid feed nozzle 10b -- the second porous body 9 and connection -- or it is in contact in general. The second porous body 9 can absorb the liquid 7 by the whole, and since liquid supply can be performed when an absorbed amount is saturated, it can supply the substrate 1 and the whole field which has countered liquid [ from ] 7. As for the amount of supply of the liquid 7 from the liquid feed nozzle 10b at this time to the second porous body 9, controlling by the first unillustrated control section is preferred so that the state where the quantity which absorbs the liquid 7 of the second porous body 9 was always saturated may be maintained. The step drives of the substrate stage 3 or a scanning drive recovers the liquid 7 which remained on the substrate 1 from the liquid recovery system 11. The liquid recovery system 11 consists of a liquid recovery pump, the liquid collection pipe 11a, and the liquid recovery nozzle 11b at the tip of a liquid collection pipe. the liquid recovery amount at this time is controlled by the second unillustrated control section to look an equivalent amount like [ the liquid amount of supply controlled by the first control section ], and to carry out. Although arranged on the periphery of the second porous body 9, if the liquid recovery nozzle 11b is a periphery of the last optical element 6, it is arbitrary. [ of the position ] Before the air bubbles mixed into the liquid 7 supplied by removing only the air bubbles of liquid 7 inside from the vacuum pumping system 12 linked to the first porous body 8 enter between the substrate 1 and the last optical element 6, the air bubbles are removable.

[0023]

Next, the composition of the circumference of a porous body is explained using drawing 2. Drawing 2 is a sectional view showing the first porous body 8 and second porous body 9 of this example.

[0024]

By drawing 1, in order to simplify explanation of an equipment configuration, the first porous body 8 has been directly arranged around the last optical element 6, and the figure which carried out direct continuation of the vacuum pumping system 12 from the first porous body 8 further was shown. However, with this composition, only the atmosphere of the contact portion of the first porous body 8 and the vacuum pumping system 12 will be exhausted from the vacuum pumping system 12, and the original purpose of the first porous body 8 of carrying out cellular removal mixed in the liquid 7 cannot be achieved. Therefore, the porous body attaching part 13 is newly formed. The porous body attaching part 13 has a space where the last optical element 6 should be carried in the inside, and it enables it to carry the second porous body 9 outside. The first porous body 8 is [ inside of the porous body attaching part 14 ] contained, and the opposed face (field of the bottom in drawing 2) with the substrate 1 is opened wide, and has the first porous body 8 and composition which counters directly. Metal, such as stainless steel and aluminum, or glass may be sufficient as the construction material of the porous body attaching part. 13. As for the other contact surface, although the crevice was given in drawing 2 between



the first porous body 8 upper part and the porous body attaching part 13, it is preferred that there is no crevice. Although a crevice is established between the first porous body 8 upper part and the porous body attaching part 13 and it means that that crevice plays the role of the buffer of evacuation, necessity does not necessarily have this crevice. The vacuum pumping system 12 consists of a cellular exhaust pipe linked to the exhaust air pump which exhausts the air bubbles mixed in the liquid 7, and this exhaust air pump, and there is a terminal area which connects a cellular exhaust pipe and the porous body attaching part 13 further. Therefore, a crevice is between the porous body 8 upper part and a cellular exhaust pipe.

[0025]

Although it illustrated the liquid supply system 10, and one the liquid recovery system 11 and the vacuum pumping system 12 at a time in drawing 2, it is not limited to this but those numbers and arrangement are arbitrary. For example, it is more desirable for there to be the liquid supply system 10 and the liquid recovery system 11 bidirectionally, since step drives of the substrate stage 3 or a scanning drive is accompanied by both-way drive of the substrate stage 3.

[0026]

Although two kinds of porous bodies have been arranged from the last optical element 6 side in drawing 1 and drawing 2 in order of the first porous body 8 and the second porous body 13, reverse may be sufficient as this turn and it may be made by turns arrangement of two or more layers. For example, as shown in drawing 3, the first porous body 8 and second porous body 9 are provided in a periphery of the last optical element 6, respectively. By carrying out like this, air bubbles mixed in liquid 7 inside are removable throughout a period of the first porous body 8, from the second porous body 9 whole surface, are stabilized and can supply the liquid 7. That is, when supplying a liquid, a flow per unit area can be reduced by supplying a liquid from a large area as much as possible.

[0027]

The first porous body 8 will not be restricted to a porous body, if the liquid 7 has the character which it does not let pass through a gas. Similarly, if the second porous body 9 has the character which absorbs the liquid 7, it will not be restricted to a porous body.

[0028]

Drawing 1 and drawing 2 showed that the first porous body 8 and second porous body 9 were maintained at the same height as the field by the side of the substrate 1 of the last optical element 6. And drawing 3 showed that the second porous body 9 was maintained at the same height as the field by the side of the substrate 1 of the last optical element 6. The gap of the substrate 1 and the last optical element 6 is the distance of tens of micrometers to millimeter order. Therefore, although it is preferred that the first porous body 8 and/or second porous body 9 are also maintained at the same height as the field by the side of the substrate 1 of the last optical element 6, it is not limited to it. The gap of the substrate 1, and the first porous body 8 and the second porous body 9 is arbitrary respectively.

[0029]

Although the first porous body 8 or the porous body attaching part 13, and the second porous body 9 were shown in the form of the last optical element 6 and concentric circle shape, they are not limited to this but their form, such as a quadrangle, is arbitrary. Although it is preferred that there are the first porous body 8 and second porous body 9 over the perimeter to the periphery of the last optical element 6, even if they have few peripheries of the last optical element 6, they should just be in a part of step and scanning direction. The size to the last optical element 6 is not limited to a ratio like a graphic display, but the size of the first porous body 8 or the second porous body 9 is also arbitrary. Although the porous body attaching part 13 showed wrap composition, it is not limited to this but may make only the first porous body 8 composition also including the second porous body 9.

[Work example 2]

[0030]

Drawing 4 is a sectional view which expresses the third porous body from the first porous body of this example.

[0031]

Although the liquids 7 which remained to the substrate 1 were collected directly from the liquid recovery system 11 in the first embodiment, in the second embodiment, the third porous body 14 is newly formed and the liquids 7 are collected from the third porous body 14. Explanation of the overlapping portion, such as composition, a function, etc. in which it explained in the first embodiment, is omitted.

[0032]

The third porous body 14 may have like sponge the character to hold the liquid 7 by the capillarity inside porosity, and the same kind as the second porous body 9 of porous body may be sufficient as it. the liquid recovery system 11 — the third porous body 14 — connection — or it contacts in general. Usually the third porous body 14 is in the state which is not absorbing the liquid 7, namely, is used in the state where it got dry, and the liquid 7 which remained on the substrate 1 is removed. As for the liquid recovery amount at this time, it is preferred to control by the second control section that is not illustrated for always maintaining absorptive power so that the quantity which absorbs the liquid 7 of the third porous body 14 is not saturated. If the second porous body 9 that fully absorbed the liquid 7, and the third porous body 14 that is not absorbing the liquid 7 adjoin, The liquid 7 absorbed by the second porous body 9 is directly absorbed by the third porous body 14, and the original function of the third absorber 14 of removing the liquid 7 which remained on the substrate 1 falls. Therefore, although the wall was required between the second porous body 9 and the third porous body 14, in drawing 4, it presupposed un-illustrating.

[0033]

In the above explanation, after making the third porous body 14 absorb the recovery method of the liquid 7, it presupposed that the liquid recovery system 11 recovers, but it is not limited to this. since the time of only a predetermined quantity absorbing the liquid 7 and some substrates 1 will be exposed if the third porous body 14 can absorb sufficient quantity of the liquid 7 even if there is no liquid recovery system 11 — a new thing — or it may exchange for the dry thing. In that case, the means of exchange of the third porous body 14 is needed separately.

[0034]

The gap of the substrate 1 and the last optical element 6 is the distance of tens of micrometers to millimeter order as the first embodiment also explained. Although it is preferred to be maintained at the same height as the field by the side of the substrate 1 of the last optical element 6 as for the third porous body 14, it is not limited to it but that of the gap of the substrate 1, and the first porous body 8, the second porous body 9 and the third porous body 14 is arbitrary respectively. [ as well as the first porous body 8 and the second porous body 9 ] Like the first porous body 8 or the porous body attaching part 13, and the second porous body 9, although the third porous body 14 was also shown in the form of the last optical element 6 and concentric circle shape, it is not limited to this but form, such as a quadrangle, is arbitrary. And although it is preferred that there are the first porous body 8, the second porous body 9, and the third porous body 14 over the perimeter to the periphery of the last optical element 6, even if they have few peripheries of the last optical element 6, they should just be in a part of step and scanning direction. The size to the last optical element 6 is not limited to a ratio like a graphic display, but the size of the first porous body 8 and second porous body 9, and the third porous body 14 is also arbitrary. Although the porous body attaching part 13 showed wrap composition, it is not limited to this but may make only the first porous body 8 composition also including the second porous body 9 and third porous body 1.

[0035]

If the third porous body has the character which absorbs the liquid 7, it will not be restricted to a porous body.

[Work example 3]

[0036]

Drawing 5 is a sectional view showing the first porous body of this example.

[0037]

In the first embodiment and second embodiment, by using two or more porous bodies explained the composition which removes the air bubbles mixed in supply of a liquid, recovery, and the

liquid 7. In a third embodiment, the first porous body 8 is used for a porous body, and liquids are supplied and collected from the nozzle attached to the surroundings of it. Explanation of the overlapping portion, such as composition, a function, etc. in which it explained in the first embodiment and second embodiment, is omitted.

[0038]

The first porous body 8 is held in the porous body attaching part 13, the vacuum pumping system 12 is equipped and the outside of the porous body attaching part 13 has the composition of removing the air bubbles mixed into the liquid 7 from the vacuum pumping system 12. The periphery of the porous body attaching part 13 is equipped with the liquid supply system 10 and the liquid recovery system 11, the liquid 7 is supplied between the substrate 1 and the last optical element 6 from the liquid supply system 10, and it has the composition of collecting the liquids 7 from the liquid recovery system 11. The composition which collects the liquids 7 which remained in the substrate 1 is not limited to collecting directly from the liquid recovery system 11, but as the second embodiment explained, it may attach the third unillustrated porous body 14 to the surroundings of the porous body attaching part 13 in drawing 5.

[Work example 4]

[0039]

Drawing 6 is a sectional view showing the second porous body of this example.

[0040]

In the first embodiment and second embodiment, by using two or more porous bodies explained the composition which removes the air bubbles mixed in supply of a liquid, recovery, and the liquid 7. In a fourth embodiment, the second porous body 9 is used for a porous body, a liquid is supplied from the second porous body 9, and liquids are collected from the nozzle attached to the surroundings of it. Explanation of the overlapping portion, such as composition, a function, etc. in which it explained in the first embodiment and second embodiment, is omitted.

[0041]

The composition which collects the liquids 7 which remained in the substrate 1 is not limited to collecting directly from the liquid recovery system 11, but as the second embodiment explained, it may attach the third unillustrated porous body 14 to the surroundings of the porous body attaching part 13 in drawing 6.

[0042]

According to the above embodiment, in a dipping type projection aligner, since the liquid between a substrate and the last optical element can be held, if it is not necessary to use an air curtain and being spread, it is lost that air bubbles mix in the liquid between a substrate and the last optical element with an air curtain. Since the meniscus by which it is generated on the boundary of a liquid and an external atmosphere by providing a porous body keeps away from the last optical element, even if a meniscus is destroyed, it is lost that air bubbles mix in the liquid between a substrate and the last optical element. Therefore, the fall of the exposure transfer accuracy resulting from the air bubbles inside a liquid can be prevented. And since being able to control the pressure fluctuation of a liquid and changing the density of a liquid is lost in order to give only a flow as occasion demands from a porous body, the supply and/or the recovery method of a liquid not using an air curtain can suppress change of the refractive index of a liquid. If spread, change of NA (numerical aperture) of an optical system can be suppressed. Therefore, the fall of the exposure transfer system resulting from change of NA of an optical system can be prevented. Since it has the composition that supply and recovery of a liquid surround an exposure region, the flexibility of step drives or a scanning drive improves, and a throughput improves. Since it can collect without sprinkling the liquid which adhered and remained on the substrate in a dipping type projection aligner, the part damage which originates by sprinkling a liquid can be prevented. Therefore, it can cut down on suspending operation of equipment. If the above effect is summarized, the dipping type projection aligner which exposure transfer accuracy is improved and a throughput is raised, and raises the productivity in semiconductor device manufacture since the stop of operation of equipment can be controlled can be provided.

[Work example 5]

[0043]

Next, the embodiment of the manufacturing method of the device using the exposure device of this invention mentioned above is described.

[0044]

Drawing 8 shows the manufacturing flow of a device (semiconductor chips, such as IC and LSI, a liquid crystal panel, and CCD). The circuit design of a semiconductor device is performed at Step 1 (circuit design). At Step 2 (mask manufacture), the mask (reticle) in which the designed circuit pattern was formed is manufactured. On the other hand, at Step 3 (wafer manufacture), the wafer as a substrate is manufactured using materials, such as silicon. Step 4 (wafer process) is called a previous process, and forms a actual circuit on a wafer with a lithography technology using the mask and wafer which prepared [ above-mentioned ]. The following step 5 (assembly) is called a post process, is a process which carries out chip making using the wafer twisted and created step 4, and includes processes, such as an assembly process (dicing, bonding) and a packaging process (chip enclosure). At Step 6 (inspection), the operation confirming test of the semiconductor device created at Step 5, an endurance test, etc. are inspected. A semiconductor device is completed through such a process and this is shipped (Step 7).

[0045]

Drawing 9 shows the detailed flow of the above-mentioned wafer process. The surface of a wafer is oxidized at Step 11 (oxidation). At Step 12, an insulator layer is formed on the surface of a wafer. At Step 13 (electrode formation), an electrode is formed by vacuum evaporation on a wafer. Ion is driven into a wafer at Step 14 (ion implantation). A resist (sensitized material) is applied to a wafer at Step 15 (resist process). In Step 16 (exposure), a wafer is exposed by the image of the circuit pattern of a mask with the exposure device of above-mentioned this invention. The exposed wafer is developed at Step 17 (development). Portions other than the developed resist are shaved off at Step 18 (etching). The resist which etching could be managed with Step 19 (resist removing), and became unnecessary is removed. A circuit pattern is formed on a wafer by carrying out by repeating these steps.

[0046]

If the manufacturing method of this example is used, it will become possible to manufacture the device of the difficult degree of high integration conventionally.

[0047]

As mentioned above, although a desirable embodiment of this invention was described, this invention is not limited to this but various modification and change of the summary at within the limits are possible for it.

[Brief Description of the Drawings]

[0048]

[Drawing 1]It is a figure which illustrates typically the equipment configuration concerning the first embodiment of this invention.

[Drawing 2]In order to explain the circumference of the porous body concerning the first embodiment of this invention, it is a figure shown in a section.

[Drawing 3]Explaining the circumference of the porous body concerning the first embodiment of this invention, drawing 2 is a figure showing different composition in a section.

[Drawing 4]In order to explain the circumference of the porous body concerning the second embodiment of this invention, it is a figure shown in a section.

[Drawing 5]In order to explain the circumference of the porous body concerning the third embodiment of this invention, it is a figure shown in a section.

[Drawing 6]In order to explain the circumference of the porous body concerning the fourth embodiment of this invention, it is a figure shown in a section.

[Drawing 7]It is a figure showing the dipping type projection aligner of a Prior art.

[Drawing 8]It is a figure showing the manufacturing flow of a device.

[Drawing 9]It is a figure showing the wafer process in drawing 8.

[Explanations of letters or numerals]

[0049]

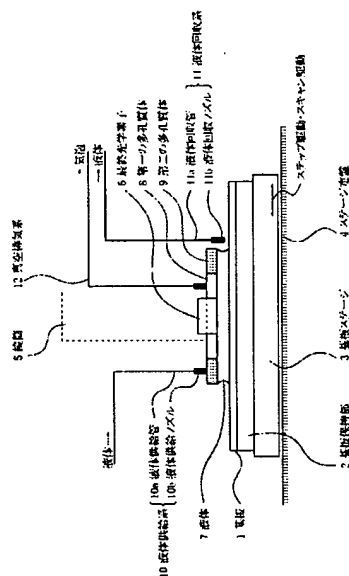
1 Substrate

2 Substrate attaching part

- 3 Substrate stage
- 4 Stage surface plate
- 5 Body tube
- 6 The last optical element
- 7 Liquid
- 8 The first porous body
- 9 The second porous body
- 10 Liquid supply system
- 10a Liquid feed pipe
- 10b Liquid feed nozzle
- 11 Liquid recovery system
- 11a Liquid collection pipe
- 11b Liquid recovery nozzle
- 12 Vacuum pumping system
- 13 Porous body attaching part
- 14 The third porous body

---

[Translation done.]



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も基板側にある光学素子と前記基板との間の少なくとも一部分を液体で満たした露光装置において、  
前記液体を供給する供給系と、  
前記液体を回収する回収系と、  
気体は通し液体は通さない性質を持つ気泡除去体と、  
該気泡除去体を介して前記液体内の気泡を除去する排気系と、を有することを特徴とする露光装置。

## 【請求項 2】

10

前記気泡除去体と前記排気系との間に、隙間を有することを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

## 【請求項 3】

前記供給系は、液体を吸収する性質を持つ液体供給体を介して、前記液体を供給することを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

## 【請求項 4】

前記回収系は、液体を吸収する性質を持つ液体回収体を介して、前記液体を回収することを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

## 【請求項 5】

前記回収系は、前記液体回収体と接触又は略接触した回収ノズルを有することを特徴とする請求項 4 記載の露光装置。

20

## 【請求項 6】

前記回収系は、前記液体回収体を交換する交換手段を有することを特徴とする請求項 4 記載の露光装置。

## 【請求項 7】

前記光学素子の外周の少なくとも一部に、前記気泡除去体を有することを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

## 【請求項 8】

前記光学素子の外周の少なくとも一部に、前記気泡除去体を有し、前記気泡除去体の外周の少なくとも一部に前記液体供給体を有することを特徴とする請求項 3 記載の露光装置。

30

## 【請求項 9】

前記光学素子の外周の少なくとも一部に、前記液体供給体を有し、該液体供給体の前記基板と反対側の少なくとも一部に前記気泡除去体を有することを特徴とする請求項 3 記載の露光装置。

## 【請求項 10】

前記光学素子の外周の少なくとも一部に、前記気泡除去体を有し、前記気泡除去体の外周の少なくとも一部に前記液体回収体を有することを特徴とする請求項 4 記載の露光装置。

## 【請求項 11】

40

前記回収系は、液体を吸収する性質を持つ液体回収体を介して、前記液体を回収し、  
前記光学素子の外周の少なくとも一部に、前記液体供給体を有し、  
前記液体供給体の外周の少なくとも一部に、該液体回収体を有することを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

## 【請求項 12】

前記回収系は、液体を吸収する性質を持つ液体回収体を介して、前記液体を回収し、  
前記液体供給体の外周の少なくとも一部に、該液体回収体を有することを特徴とする請求項 8 記載の露光装置。

## 【請求項 13】

前記気泡除去体は、多孔質体であることを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

50

## 【請求項 14】

前記液体供給体は、多孔質体であることを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

## 【請求項 15】

前記液体回収体は、多孔質体であることを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

## 【請求項 16】

前記供給系の液体供給量を、前記液体供給体の液体吸収量が常に飽和した状態を保つように制御する第 1 の制御部を有することを特徴とする請求項 3 記載の露光装置。

## 【請求項 17】

前記供給系の液体供給量を、前記第 1 の制御部が制御している液体供給量と同量に制御する第 2 の制御部を有することを特徴とする請求項 16 記載の露光装置。

10

## 【請求項 18】

前記回収系の液体回収量を、前記液体回収体の液体吸収量が常に飽和しない状態を保つように制御する制御部を有することを特徴とする請求項 4 記載の露光装置。

## 【請求項 19】

レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も基板側にある光学素子と前記基板との間の少なくとも一部分を液体で満たした露光装置において、

前記液体を供給する供給系と、

前記液体を回収する回収系と、

多孔質体を介して前記液体内の気泡を除去する排気系と、を有することを特徴とする露光装置。

20

## 【請求項 20】

レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も基板側にある光学素子と前記基板との間の少なくとも一部分を液体で満たした露光装置において、

多孔質体を介して前記液体を供給する供給系と、

前記液体を回収する回収系と、を有することを特徴とする露光装置。

## 【請求項 21】

レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も基板側にある光学素子と前記基板との間の少なくとも一部分を液体で満たした露光装置において、

前記液体を供給する供給系と、

前記液体を回収する回収系と、

気体は通り液体は通さない性質を持つ気泡除去体と、

該気泡除去体を介して前記液体内の気泡を除去する排気系と、を有することを特徴とする露光装置。

30

## 【請求項 22】

請求項 1 ～ 21 のうちいずれか一項記載の露光装置を用いて基板を露光する工程と、該露光した基板を現像する工程とを有することを特徴とするデバイス製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、例えば、半導体集積回路、撮像素子（CCD 等）、液晶表示素子、又は薄膜磁気ヘッド等のデバイスを製造するためのリソグラフィ工程で用いられる投影露光装置に関し、特に投影光学系の基板側の素子と基板との間の光路中の少なくとも一部分に位置する液体を介して露光を行う液浸式露光装置に関するものである。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

液浸式投影露光装置は被転写基板と、被転写基板に最も近い光学素子との間に液体を充填させることによって、NA（開口数）を上げることができるため、高解像度が期待されている。液浸式投影露光装置は被転写基板全体を液体の中に浸す方法や、被転写基板と被転写基板に最も近い光学素子との間だけに液体を充填させる方法などが提案されている（例えば、特許文献 1 及び特許文献 2 参照。）。

50



## 【0003】

特に後者の方法では、International Symposium on 157 nm Lithography, 3-6 September 2002, Belgiumにおいて、Bruce Smithら(Rochester Institute of Technology)によって講演されたExtreme-NA Water Immersion Lithography for 35-65 nm Technologyで、液浸式投影露光装置の液体供給方法および回収方法について示している。図7にその従来の技術の構成図を示す。図7において、101は基板、106は最終レンズ、107は液浸材となる液体、110は液体を供給する液体供給ノズル、111は液体を回収する液体回収ノズル、115は液体を外部に出さないために働くエアカーテンである。

10

## 【0004】

基板101と最終レンズ106との対向面に向けて、最終レンズ106のエッジ部近傍に搭載した液体供給ノズル110より液体107を供給する。そして、最終レンズ106を挟んで反対側に搭載した液体回収ノズル111から液体を回収する。さらに、それらの外側には圧縮空気をふきつけつことによってエアカーテンを形成し、基板101と最終レンズ106との間の液体を保持させる。

## 【0005】

また、エアカーテンは示されていないものの、特許文献2においても液体供給ノズルと液体回収ノズルについて、図7と同様な構成で示されている。特許文献2ではさらに、基板101の移動速度に応じて、液体107の供給量と回収量の調整を行うことを示している。

20

【特許文献1】特開平6-124873号公報

【特許文献2】国際公開第99/49504号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

しかしながら、上記従来例では以下のような課題があった。

## 【0007】

図7に示した構成では圧縮空気によるエアカーテンの調整が困難で、液体内部に空気が混入しやすい。さらに、基板ステージのステップ駆動あるいはスキャン駆動に伴う液体の流れによって、液体と外部の雰囲気との境界部に発生したメニスカスが破壊されやすくなるが、液体の境界部に発生したメニスカスが最終レンズ106の近傍にあるため、より基板101と最終光学レンズ106との間の液体に気泡が混入しやすくなる。気泡が液体内部に混入すると、露光光の妨げとなり、露光転写精度が低下し、半導体デバイス製造における歩留まりの低下を引き起こす。さらに、エアカーテンによる液体の圧力の保持が困難なので、液体の圧力が変動するに伴い、液体の密度が変動するため、屈折率が変動しやすくなり光学系のNA(開口数)が変化する。そのため露光転写精度の低下、すなわち半導体デバイス製造における歩留まりの低下を引き起こす。また、エアカーテンの空気の流れに混ざって液体が外部に飛び出す可能性があり、その液体によって露光装置内の部品などが損傷する可能性がある。そうすると、露光装置の修理や調整などにより露光装置の運転を止めなければならず、半導体デバイス製造における生産性が低下する。

30

40

## 【0008】

また、特許文献2の構成では基板の移動速度に応じて、液体の供給量と回収量の調整を行うとしているが、基板の移動には加速や減速があるため、その速度に応じて液体の供給量と回収量の調整を高精度に行うことが困難である。この場合、液体の供給量と回収量の調整を高精度に行うことができれば、液体の圧力の保持が困難なので、液体の圧力が変動するに伴い、液体の密度が変動するため、屈折率が変動しやすくなり光学系のNA(開口数)が変化する。そのため露光転写精度の低下、すなわち半導体デバイス製造における歩留まりの低下を引き起こす。

## 【0009】

50

図7で示した構成、ならびに特許文献2の構成に共通する課題として、液体の供給と回収を行う位置が限られているため、ステップ駆動あるいはスキャン駆動の駆動方向の自由度が低下する。ステップ駆動あるいはスキャン駆動の駆動方向の自由度が低下すると、スループットが低下するため、半導体デバイス製造における生産性が低下する。

【0010】

本発明は斯かる点に鑑み、被転写基板と、投影光学系の最も被転写基板に近い光学素子との間に充填される液体に気泡を混入させず、かつその液体の圧力変動の小さい、すなわち液体の屈折率の変動が小さく、高解像度を実現することのできる露光装置を提供することを例示的な目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0011】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての露光装置は、レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も基板側にある光学素子と前記基板との間の少なくとも一部分を液体で満たした露光装置において、前記液体を供給する供給系と、前記液体を回収する回収系と、気体は通し液体は通さない性質を持つ気泡除去体と、該気泡除去体を介して前記液体内の気泡を除去する排気系と、を有することを特徴とする。

【0012】

また、本発明の別の側面としての露光装置は、レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も基板側にある光学素子と前記基板との間の少なくとも一部分を液体で満たした露光装置において、前記液体を供給する供給系と、前記液体を回収する回収系と、多孔質体を介して前記液体内の気泡を除去する排気系と、を有することを特徴とする。

20

【0013】

更に、本発明の別の側面としての露光装置は、レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も基板側にある光学素子と前記基板との間の少なくとも一部分を液体で満たした露光装置において、多孔質体を介して前記液体を供給する供給系と、前記液体を回収する回収系と、を有することを特徴とする。

【0014】

更に、本発明の別の側面としての露光装置は、レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も基板側にある光学素子と前記基板との間の少なくとも一部分を液体で満たした露光装置において、前記液体を供給する供給系と、前記液体を回収する回収系と、気体は通し液体は通さない性質を持つ気泡除去体と、該気泡除去体を介して前記液体内の気泡を除去する排気系と、を有することを特徴とする。

30

【0015】

更に、本発明の別の側面としてのデバイス製造方法は、上記の露光装置を用いて基板を露光する工程と、該露光した基板を現像する工程とを有することを特徴とする。

【0016】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、添付図面を参照して説明される以下の好ましい実施の形態によって明らかにされるであろう。

40

【発明の効果】

【0017】

性能の良い液浸式投影露光装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明の好ましい実施の形態の詳細について、添付の図面をもとに、以下説明する。

【実施例1】

【0019】

図1は本実施例を表す模式図である。

【0020】

50

回路パターンなどを転写する被転写体としての基板 1 は基板保持部 2 で保持する。その保持方法は真空保持や静電保持などがある。そして、基板保持部 2 は基板ステージ 3 に搭載されており、基板ステージ 3 はステージ定盤 4 にならってステップ駆動、あるいはスキャン駆動し、ステップ駆動あるいはスキャン駆動時には不図示の A F センサの計測結果に基づき、基板 1 が所定の高さになるよう基盤ステージ 3 で制御する。

#### 【0021】

一方、光学系は不図示の光源、その光源からの光で転写パターンが描かれたレチクルを照明する照明系と、および鏡筒 5 内に搭載した投影光学系、そして投影光学系の最も基板 1 よりの最終光学素子 6 からなる。そして、液浸式投影露光装置の特徴である液体 7 は基板 1 と最終光学素子 6 との間に充填されている。液体 7 は例えば水やフッ素化合物などがあり、基板 1 上に塗布されたレジストの種類や露光光の波長に応じて選定することができる。

10

#### 【0022】

本実施例では最終光学素子 6 の周りに第一の多孔質体 8 と第二の多孔質体 9 を設ける。第一の多孔質体 8 は、例えばポリテトラフルオロエチレン (PTFE) を延伸加工してできる微細な連続多孔質構造などからなり、気体は通すが液体 7 は通さない性質を持つ。第二の多孔質体 9 はスポンジなどのように、多孔質内部の毛細管現象で液体 7 を吸収する性質を持つ。そして、液体供給系 10 から第二の多孔質体 9 を介して基板 1 と最終光学素子 6 との間に液体 7 を供給する。なお、液体供給系 10 は液体供給源と液体供給管 10 a、ならびに液体供給管先端の液体供給ノズル 10 b からなる。液体供給ノズル 10 b は第二の多孔質体 9 と接続もしくは概ね接触している。第二の多孔質体 9 はその全体で液体 7 を吸収でき、吸収量が飽和したときに液体供給ができるため、基板 1 と対向している面の全体から液体 7 を供給することができる。このときの液体供給ノズル 10 b から第二の多孔質体 9 への液体 7 の供給量は、第二の多孔質体 9 の液体 7 を吸収する量が常に飽和した状態を保つように、不図示の第一の制御部で制御することが好ましい。また、基板ステージ 3 のステップ駆動あるいはスキャン駆動によって、基板 1 上に残った液体 7 は液体回収系 11 から回収する。なお、液体回収系 11 は液体回収ポンプと液体回収管 11 a、ならびに液体回収管先端の液体回収ノズル 11 b からなる。このときの液体回収量は第一の制御部で制御した液体供給量と同量にするように、不図示の第二の制御部で制御する。液体回収ノズル 11 b は第二の多孔質体 9 の外周に配置しているが、最終光学素子 6 の外周であればその位置は任意である。さらに、第一の多孔質体 8 と接続した真空排気系 12 から液体 7 内部の気泡のみ除去することによって、供給された液体 7 の中に混入した気泡が基板 1 と最終光学素子 6 との間に入る前に、その気泡を除去することができる。

20

30

#### 【0023】

次に図 2 を用いて、多孔質体まわりの構成を説明する。図 2 は本実施例の第一の多孔質体 8 と第二の多孔質体 9 を表す断面図である。

#### 【0024】

図 1 では装置構成の説明を簡略化するため、最終光学素子 6 のまわりに直接第一の多孔質体 8 を配置し、さらに真空排気系 12 を第一の多孔質体 8 から直接接続した図を示した。しかしながら、この構成では第一の多孔質体 8 と真空排気系 12 との接触部の雰囲気だけが、真空排気系 12 から排気されてしまい、液体 7 に混入した気泡除去をするという第一の多孔質体 8 の本来の目的が果たせない。そのため、新たに多孔質体保持部 13 を設ける。多孔質体保持部 13 はその内側に最終光学素子 6 が搭載されるべきスペースを有し、外側には第二の多孔質体 9 が搭載できるようにする。多孔質体保持部 14 の内部は第一の多孔質体 8 が入っており、基板 1 との対向面 (図 2 における下側の面) は開放され、第一の多孔質体 8 と直接対向できる構成となっている。なお、多孔質体保持部 13 の材質はステンレス鋼やアルミなど金属、あるいはガラスなどでも良い。図 2 では第一の多孔質体 8 上部と多孔質体保持部 13 との間に隙間を持たせたが、それ以外の接触面は隙間がないことが好ましい。さらに、第一の多孔質体 8 上部と多孔質体保持部 13 との間に隙間を設け、その隙間が真空排気のバッファの役割を果たすことを意味しているが、この隙間は必ず

40

50

しも必要はない。なお、真空排気系 12 は液体 7 内に混入した気泡を排気する排気ポンプと該排気ポンプに接続した気泡排気管からなり、さらに気泡排気管と多孔質体保持部 13 とを接続する接続部がある。従って、多孔質体 8 上部と気泡排気管との間には、隙間がある。

#### 【0025】

図 2 では液体供給系 10 と液体回収系 11、真空排気系 12 を一本ずつ図示したが、これに限定されず、それらの本数および配置は任意である。例えば、基板ステージ 3 のステップ駆動あるいはスキャン駆動は基板ステージ 3 の往復駆動を伴うため、液体供給系 10 や液体回収系 11 は双方向にある方が好ましい。

#### 【0026】

また、図 1 および図 2 では二種類の多孔質体を最終光学素子 6 側から、第一の多孔質体 8、第二の多孔質体 13 の順番で配置したが、この順番は逆でも良いし、交互に複数層の配置にしても良い。例えば図 3 に示すように、最終光学素子 6 の外周に第一の多孔質体 8 と第二の多孔質体 9 をそれぞれ設ける。こうすることによって、液体 7 内部に混入した気泡は第一の多孔質体 8 越しに除去することができ、第二の多孔質体 9 全面から液体 7 を安定して供給することができる。つまり、液体を供給する際、できるだけ広範囲から液体を供給することによって、単位面積あたりの流量を減らすことができるのである。

#### 【0027】

さらに、第一の多孔質体 8 は気体を通し液体 7 は通さない性質を持つものであれば、多孔質体に限らない。同様に第二の多孔質体 9 は液体 7 を吸収する性質を持つものであれば、多孔質体に限らない。

#### 【0028】

図 1 と図 2 では、第一の多孔質体 8 と第二の多孔質体 9 は最終光学素子 6 の基板 1 側の面と同じ高さに保たれているように示した。そして図 3 では、第二の多孔質体 9 が最終光学素子 6 の基板 1 側の面と同じ高さに保たれているように示した。基板 1 と最終光学素子 6 との間隙は数十  $\mu\text{m}$  からミリメートルオーダーの距離である。したがって、第一の多孔質体 8 および／または第二の多孔質体 9 も最終光学素子 6 の基板 1 側の面と同じ高さに保たれていることが好ましいが、これに限定されない。基板 1 と第一の多孔質体 8、第二の多孔質体 9 との間隙はそれぞれ任意である。

#### 【0029】

さらに、第一の多孔質体 8 あるいは多孔質体保持部 13、第二の多孔質体 9 は最終光学素子 6 と同心円状の形状に示したが、これに限定されず、四角形など形状は任意である。また最終光学素子 6 の外周に対して全周に渡り第一の多孔質体 8 と第二の多孔質体 9 があることが好ましいが、それらは最終光学素子 6 の外周の少なくともステップ、スキャン方向の一部にあれば良い。第一の多孔質体 8 や第二の多孔質体 9 の大きさも、最終光学素子 6 に対する大きさが図示のような比率に限定されず、任意である。多孔質体保持部 13 は第一の多孔質体 8 のみを覆う構成を示したが、これに限定されず、第二の多孔質体 9 も含めた構成にしても良い。

#### 【実施例 2】

#### 【0030】

図 4 は本実施例の第一の多孔質体から第三の多孔質体を表す断面図である。

#### 【0031】

第一の実施例では基板 1 に残留した液体 7 を液体回収系 11 から直接回収したが、第二の実施例では新たに第三の多孔質体 14 を設け、第三の多孔質体 14 から液体 7 を回収する。なお、第一の実施例で説明した構成や機能など、重複する部分の説明は省略する。

#### 【0032】

第三の多孔質体 14 はスポンジなどのように、多孔質内部の毛細管現象で液体 7 を保持する性質を持ち、第二の多孔質体 9 と同じ種類の多孔質体でも良い。液体回収系 11 は第三の多孔質体 14 に接続もしくは概ね接触する。第三の多孔質体 14 は通常、液体 7 を吸収していない状態で、すなわち乾いた状態で使用し、基板 1 上に残った液体 7 を除去する

10

20

30

40

50

。このときの液体回収量は第三の多孔質体 14 の液体 7 を吸収する量が飽和しないように、常に吸収力を維持するための不図示の第二の制御部で制御することが好ましい。なお、液体 7 を十分に吸収した第二の多孔質体 9 と、液体 7 を吸収していない第三の多孔質体 14 が隣接すると、第二の多孔質体 9 に吸収された液体 7 が第三の多孔質体 14 に直接吸収され、基板 1 上に残った液体 7 を除去するという第三の吸収体 14 の本来の機能が低下する。そのため、第二の多孔質体 9 と第三の多孔質体 14 との間には壁が必要であるが、図 4 では不図示とした。

#### 【0033】

以上の説明では液体 7 の回収方法を第三の多孔質体 14 に吸収させてから、液体回収系 11 によって回収するとしたが、これに限定されない。例えば、液体回収系 11 がなくても、第三の多孔質体 14 が十分な量の液体 7 を吸収できれば、液体 7 を所定の量だけ吸収したときや、何枚かの基板 1 を露光してから、新しいものにあるいは乾いたものに交換しても良い。その場合は別途、第三の多孔質体 14 の交換手段が必要となる。

#### 【0034】

第一の実施例でも説明した通り、基板 1 と最終光学素子 6 との間隙は数十  $\mu\text{m}$  からミリメートルオーダーの距離である。第一の多孔質体 8 と第二の多孔質体 9 と同様に、第三の多孔質体 14 は最終光学素子 6 の基板 1 側の面と同じ高さに保たれていることが好ましいが、それに限定されず、基板 1 と第一の多孔質体 8、第二の多孔質体 9、第三の多孔質体 14 との間隙はそれぞれ任意である。さらに、第一の多孔質体 8 あるいは多孔質体保持部 13、第二の多孔質体 9 と同様に、第三の多孔質体 14 も最終光学素子 6 と同心円状の形状に示したが、これに限定されず、四角形など形状は任意である。そして、最終光学素子 6 の外周に対して全周に渡り第一の多孔質体 8 と第二の多孔質体 9、第三の多孔質体 14 があることが好ましいが、それらは最終光学素子 6 の外周の少なくともステップ、スキャン方向の一部にあれば良い。第一の多孔質体 8 や第二の多孔質体 9、第三の多孔質体 14 の大きさも、最終光学素子 6 に対する大きさが図示のような比率に限定されず、任意である。多孔質体保持部 13 は第一の多孔質体 8 のみを覆う構成を示したが、これに限定されず、第二の多孔質体 9 や第三の多孔質体 14 も含めた構成にしても良い。

#### 【0035】

また、第三の多孔質体は液体 7 を吸収する性質を持つものであれば、多孔質体に限らない。

#### 【実施例 3】

#### 【0036】

図 5 は本実施例の第一の多孔質体を表す断面図である。

#### 【0037】

第一の実施例と第二の実施例では複数の多孔質体を使用することによって、液体の供給、回収および液体 7 内に混入した気泡を除去する構成について説明した。第三の実施の形態では多孔質体に第一の多孔質体 8 を使用し、その周りに取り付けたノズルから液体を供給、回収する。なお、第一の実施例と第二の実施例で説明した構成や機能など、重複する部分の説明は省略する。

#### 【0038】

第一の多孔質体 8 は多孔質体保持部 13 の中に保持されており、多孔質体保持部 13 の外側は、真空排気系 12 が装備され、真空排気系 12 から液体 7 の中に混入した気泡を除去する構成となっている。また、多孔質体保持部 13 の外周には液体供給系 10 と液体回収系 11 が装備されており、液体供給系 10 から基板 1 と最終光学素子 6 との間に液体 7 を供給し、液体回収系 11 からその液体 7 を回収する構成となっている。なお、基板 1 に残った液体 7 を回収する構成は液体回収系 11 から直接回収するに限定されず、第二の実施例で説明したように、図 5 では不図示の第三の多孔質体 14 を多孔質体保持部 13 のまわりに取り付けても良い。

#### 【実施例 4】

#### 【0039】

図6は本実施例の第二の多孔質体を表す断面図である。

【0040】

第一の実施例と第二の実施例では複数の多孔質体を使用することによって、液体の供給、回収および液体7内に混入した気泡を除去する構成について説明した。第四の実施の形態では多孔質体に第二の多孔質体9を使用し、その第二の多孔質体9から液体を供給し、その周りに取り付けられたノズルから液体を回収する。なお、第一の実施例と第二の実施例で説明した構成や機能など、重複する部分の説明は省略する。

【0041】

なお、基板1に残った液体7を回収する構成は液体回収系11から直接回収するに限定されず、第二の実施例で説明したように、図6では不図示の第三の多孔質体14を多孔質体保持部13のまわりに取り付けても良い。

【0042】

以上の実施例によれば、液浸式投影露光装置において、基板と最終光学素子との間の液体を保持することができるため、エアカーテンを使用する必要がなく、しいてはエアカーテンによって基板と最終光学素子との間の液体に気泡が混入することがなくなる。また、多孔質体を設けることにより液体と外部の雰囲気との境界に発生するメニスカスが、最終光学素子から遠ざかるため、メニスカスが破壊されても基板と最終光学素子との間の液体に気泡が混入することがなくなる。したがって、液体内部の気泡に起因する露光転写精度の低下を防止することができる。そして、エアカーテンを使わない液体の供給および/または回収方法は、多孔質体から必要に応じた流量しか与えないため、液体の圧力変動を抑制することができ、液体の密度が変動することがなくなるので、液体の屈折率の変動を抑えることができる。しいては光学系のNA（開口数）の変化を抑えることができる。したがって、光学系のNAの変化に起因する露光転写精度の低下を防止することができる。さらに、液体の供給と回収が露光領域を囲むような構成となっているため、ステップ駆動あるいはスキャン駆動の自由度が向上し、スループットが向上する。また、基板上に付着して残った液体を液浸式投影露光装置内に撒き散らすことなく回収できるので、液体を撒き散らすことによって起因する部品損傷を防止することができる。そのため、装置の運転を停止することを減らすことができる。以上の効果をまとめると、露光転写精度を向上し、スループットを向上させ、そして装置の運転の停止を抑制することができるため、半導体デバイス製造における生産性を向上させる液浸式投影露光装置を提供することができる。

【実施例5】

【0043】

次に、前述した本発明の露光装置を利用したデバイスの製造方法の実施例を説明する。

【0044】

図8はデバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネルやCCD）の製造フローを示す。ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスク（レチクル）を製作する。一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いて基板としてのウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハとを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作成されたウエハを用いてチップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0045】

図9は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12ではウエハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打ち込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハにレジスト

(感材)を塗布する。ステップ16(露光)では前述の本発明の露光装置によってマスクの回路パターンの像でウエハを露光する。ステップ17(現像)では露光したウエハを現像する。ステップ18(エッチング)では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらステップを繰り返し行うことによりウエハ上に回路パターンが形成される。

【0046】

本実施例の製造方法を用いれば、従来は難しかった高集積度のデバイスを製造することが可能になる。

【0047】

以上、本発明の好ましい実施の形態を説明したが、本発明はこれに限定されず、その要旨の範囲内で様々な変形や変更が可能である。 10

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明の第一の実施例に係る装置構成を模式的に説明する図である。

【図2】本発明の第一の実施例に係る多孔質体まわりを説明するため、断面で示す図である。

【図3】本発明の第一の実施例に係る多孔質体まわりを説明し、図2とは異なる構成を断面で示す図である。

【図4】本発明の第二の実施例に係る多孔質体まわりを説明するため、断面で示す図である。 20

【図5】本発明の第三の実施例に係る多孔質体まわりを説明するため、断面で示す図である。

【図6】本発明の第四の実施例に係る多孔質体まわりを説明するため、断面で示す図である。

【図7】従来の技術の液浸式投影露光装置を示す図である。

【図8】デバイスの製造フローを示す図である。

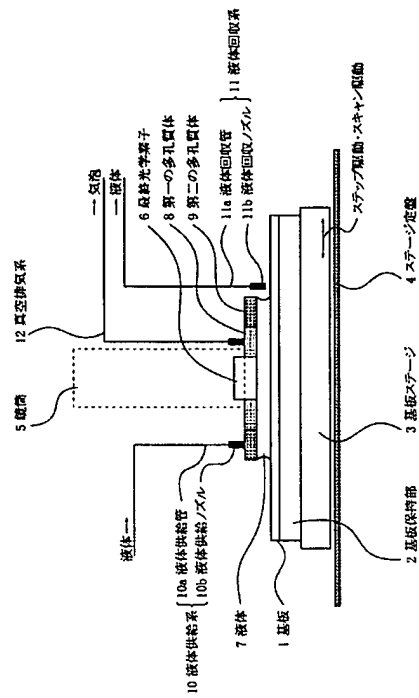
【図9】図8中のウエハプロセスを示す図である。

【符号の説明】

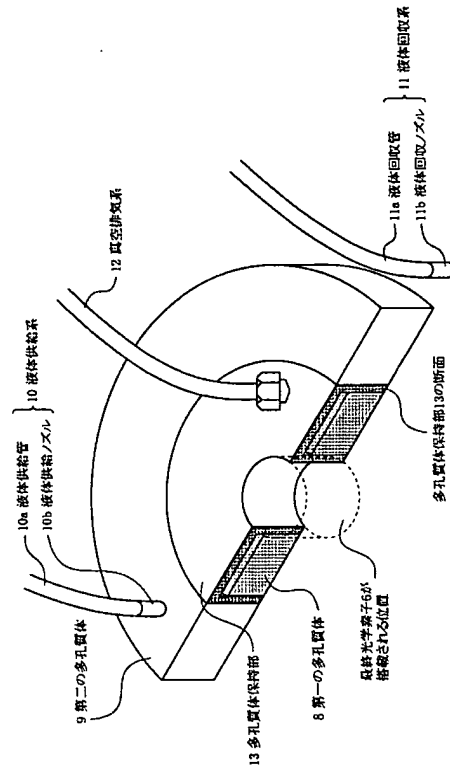
【0049】

- 1 基板 30
- 2 基板保持部
- 3 基板ステージ
- 4 ステージ定盤
- 5 鏡筒
- 6 最終光学素子
- 7 液体
- 8 第一の多孔質体
- 9 第二の多孔質体
- 10 液体供給系
- 10a 液体供給管 40
- 10b 液体供給ノズル
- 11 液体回収系
- 11a 液体回収管
- 11b 液体回収ノズル
- 12 真空排気系
- 13 多孔質体保持部
- 14 第三の多孔質体

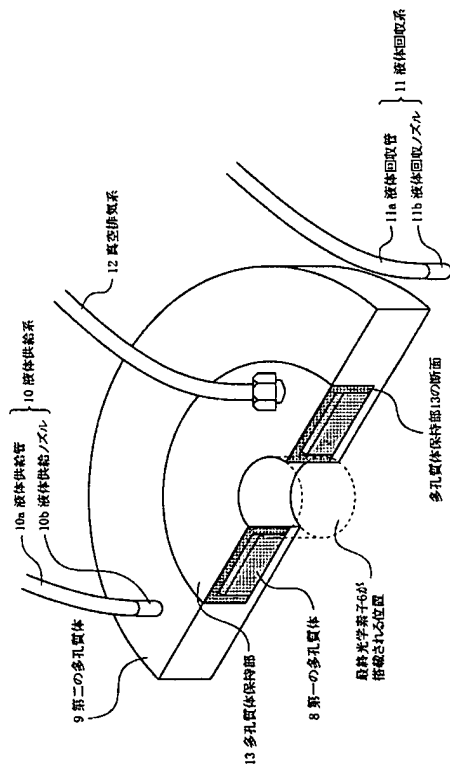
【 図 1 】



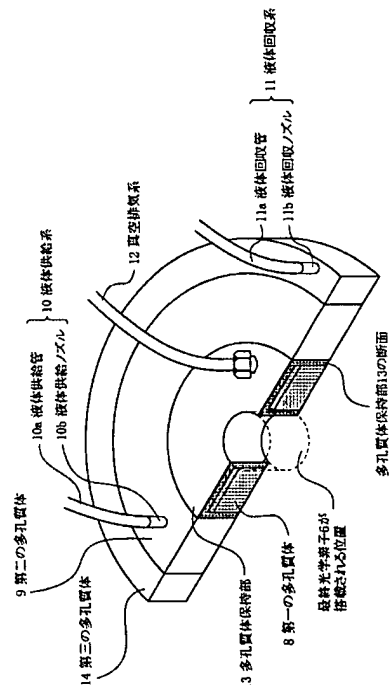
【図 2】



【图 3】

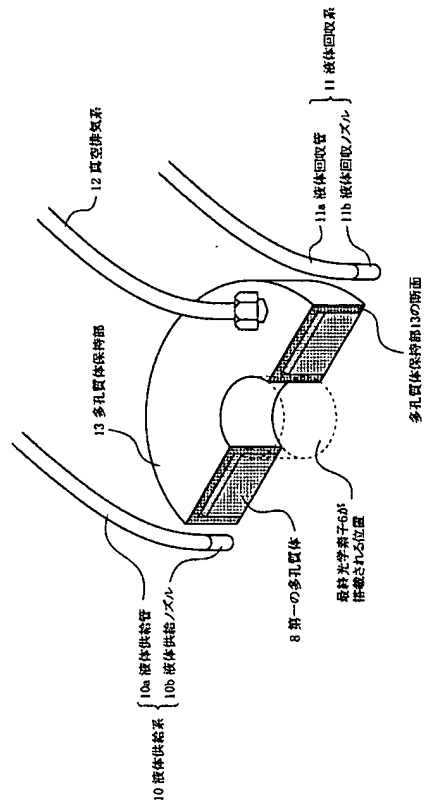


【 図 4 】

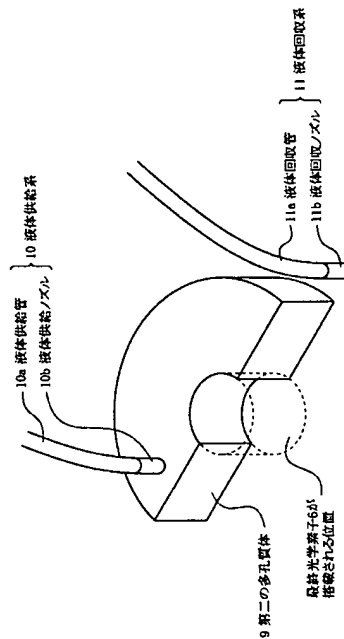




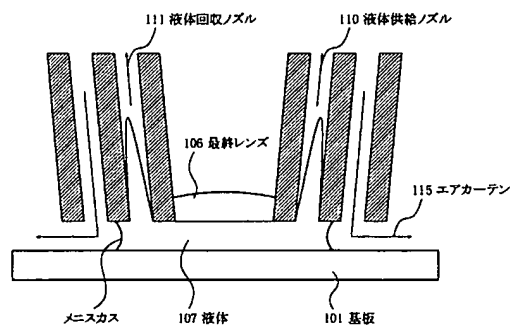
【図 5】



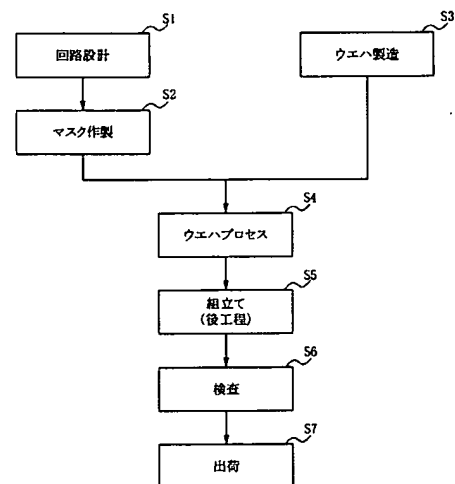
【図 6】



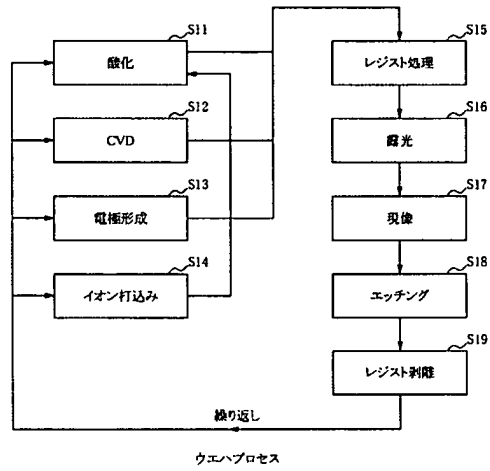
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第7部門第2区分  
 【発行日】平成18年10月5日(2006.10.5)

【公開番号】特開2005-85789(P2005-85789A)  
 【公開日】平成17年3月31日(2005.3.31)  
 【年通号数】公開・登録公報2005-013  
 【出願番号】特願2003-312635(P2003-312635)  
 【国際特許分類】

H O 1 L 21/027 (2006.01)

G O 3 F 7/20 (2006.01)

【F I】

H O 1 L 21/30 5 1 6 F

G O 3 F 7/20 5 2 1

H O 1 L 21/30 5 1 4 C

【手続補正書】

【提出日】平成18年8月21日(2006.8.21)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も前記基板側にある光学素子と前記基板との間の液体を介して前記基板を露光する露光装置において

、  
 前記液体を供給する供給系と、  
 前記液体を回収する回収系と、  
 気体は通し液体は通さない性質を持つ気泡除去体と、  
 該気泡除去体を介して前記液体内の気泡を除去する排気系と、を有することを特徴とする露光装置。

【請求項2】

レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も前記基板側にある光学素子と前記基板との間の液体を介して前記基板を露光する露光装置において

、  
 前記液体を供給する供給系と、  
 前記液体を回収する回収系と、  
 多孔質体を介して前記光学素子と前記基板との間の前記液体内の気泡を除去する排気系と、を有することを特徴とする露光装置。

【請求項3】

レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も前記基板側にある光学素子と前記基板との間の液体を介して前記基板を露光する露光装置において

、  
 多孔質体を介して前記液体を供給する供給系と、  
 前記液体を回収する回収系と、を有することを特徴とする露光装置。

【請求項4】

前記排気系のノズルは、前記供給系のノズルよりも前記光学素子側に配置されることを特徴とする請求項2記載の露光装置。

## 【請求項 5】

前記回収系のノズルは、前記供給系のノズルよりも前記光学素子側に配置されることを特徴とする請求項 2 記載の露光装置。

## 【請求項 6】

前記供給系は、前記液体を多孔質体を介して供給することを特徴とする請求項 2 記載の露光装置。

## 【請求項 7】

前記回収系は、前記液体を多孔質体を介して回収することを特徴とする請求項 2 記載の露光装置。

## 【請求項 8】

前記供給系の多孔質体の性質と前記排気系の多孔質体の性質とは互いに異なることを特徴とする請求項 6 記載の露光装置。

## 【請求項 9】

前記回収系の多孔質体の性質と前記排気系の多孔質体の性質とは互いに異なることを特徴とする請求項 7 記載の露光装置。

## 【請求項 10】

レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も前記基板側にある光学素子と前記基板との間の液体を介して前記基板を露光する露光装置において

第一の多孔質体を介して前記液体を供給する供給系と、

第二の多孔質体を介して前記液体を回収する回収系と、を有し、

前記第一多孔質体の前記基板に対向する面と前記第二多孔質体の前記基板に対向する面とは、前記基板から同じ高さに保たれていることを特徴とする露光装置。

## 【請求項 11】

前記面は、前記光学素子の前記基板に対向する面と、互いに平行であることを特徴とする請求項 10 記載の露光装置。

## 【請求項 12】

前記面と前記光学素子の前記基板に対向する面とは、前記基板から同じ高さに保たれていることを特徴とする請求項 10 記載の露光装置。

## 【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれか一項記載の露光装置を用いて基板を露光する工程と、該露光した基板を現像する工程とを有することを特徴とするデバイス製造方法。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての露光装置は、レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も前記基板側にある光学素子と前記基板との間の液体を介して前記基板を露光する露光装置において、前記液体を供給する供給系と、前記液体を回収する回収系と、気体は通し液体は通さない性質を持つ気泡除去体と、該気泡除去体を介して前記液体内の気泡を除去する排気系と、を有することを特徴とする。

## 【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

また、本発明の別の一側面としての露光装置は、レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も前記基板側にある光学素子と前記基板との間の液体を介して前記基板を露光する露光装置において、前記液体を供給する供給系と、前記液体を回収する回収系と、多孔質体を介して前記光学素子と前記基板との間の前記液体内の気泡を除去する排気系と、を有することを特徴とする。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

更に、本発明の別の一側面としての露光装置は、レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も前記基板側にある光学素子と前記基板との間の液体を介して前記基板を露光する露光装置において、多孔質体を介して前記液体を供給する供給系と、前記液体を回収する回収系と、を有することを特徴とする。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

更に、本発明の別の一側面としての露光装置は、レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有し、該投影光学系の最も前記基板側にある光学素子と前記基板との間の液体を介して前記基板を露光する露光装置において、第一の多孔質体を介して前記液体を供給する供給系と、第二の多孔質体を介して前記液体を回収する回収系と、を有し、前記第一多孔質体の前記基板に対向する面と前記第二多孔質体の前記基板に対向する面とは、前記基板から同じ高さに保たれていることを特徴とする。